

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 42 24 128 A 1

(21) Aktenzeichen: P 42 24 128.6  
(22) Anmeldetag: 22. 7. 92  
(43) Offenlegungstag: 3. 2. 94

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 N 22/04  
G 01 N 9/36  
G 01 N 23/06  
B 28 B 3/20  
C 04 B 33/00  
// B 65G 49/08, 47/52

DE 42 24 128 A 1

(71) Anmelder:

Händle GmbH & Co. KG., 75417 Mühlacker, DE;  
Laboratorium Prof. Dr. Rudolf Berthold GmbH & Co  
KG, 75323 Bad Wildbad, DE

(74) Vertreter:

Hubbuch, H., Dipl.-Ing., 7530 Pforzheim; Twelmeier,  
U., Dipl.-Phys.; Jendrysek-Neumann, D., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 75172 Pforzheim

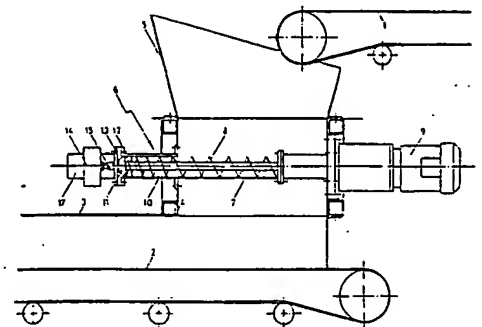
(72) Erfinder:

Klein, Albert, Dr.-Ing., 7540 Neuenbürg, DE; Wacker,  
Gerhard, Dipl.-Ing. (FH), 7130 Mühlacker, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(34) Verfahren zum Bestimmen der Feuchte von tonhaltigem Material und dergl. formbaren Massen für die Herstellung von keramischen Erzeugnissen und Beschickungsvorrichtung, an welcher das Verfahren durchgeführt wird

(57) Eine Beschickungsvorrichtung (1, 2) zum Beschicken einer Maschine, welche ein tonhaltiges Material oder dgl. formbare Masse für die Herstellung von keramischen Erzeugnissen verarbeitet, hat an einem Förderweg, auf welchem die Masse die Vorrichtung durchläuft, ein Feuchtemeßgerät (14), welches einen Mikrowellensender zum Durchstrahlen der Masse durchquert hat. Von der Masse, welche die Beschickungsvorrichtung durchläuft, wird ein kleiner Teil abgezweigt und einer kleinen Strangpresse (6) zugeführt, welcher das Feuchtemeßgerät (14) nachgeordnet ist.



DE 42 24 128 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 93 308 065/23

8/48

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen sowie von einer Vorrichtung mit den im Oberbegriff des Anspruchs 6 angegebenen Merkmalen. Ein solcher Stand der Technik ist aus dem DE-GM 91 06 191 bekannt.

Damit industriell hergestellte keramische Erzeugnisse, z. B. Ziegel, eine gleichmäßige Qualität haben, ist es wichtig, daß die formbare Masse, aus welcher sie gebrannt werden, eine gleichmäßige Feuchte hat, die je nach Art des Erzeugnisses 10 bis 30 Gew.-% betragen soll. In einer Ziegelei z. B. wird das aus einer Grube angelieferte Tonmaterial üblicherweise plastisch aufbereitet, nach grober Schätzung des Wassergehaltes befeuchtet und zum Sumpfen und Mauken in Silos zwischengelagert, bis es schließlich über eine Beschickungsvorrichtung einer Strangpresse zugeführt wird, deren Strang zur Bildung von Formlingen, die dann gebrannt werden, zerteilt wird. Der Strangpresse soll das Tonmaterial mit gleichbleibender Feuchte zugeführt werden. Es ist deshalb bekannt, das Tonmaterial im Bereich einer zur Strangpresse hin führenden Beschickungsvorrichtung, z. B. auf einem Förderband, auf seine Feuchte zu untersuchen. Im allgemeinen wird die Feuchte berührungslos gemessen, z. B. dadurch, daß das Tonmaterial mit Mikrowellen durchstrahlt und die dadurch hervorgerufene Dämpfung der Strahlung oder die Phasenverschiebung in der Strahlung bestimmt wird (DE-GM 91 06 191). Leider kann die Feuchtemessung durch viele Einflußfaktoren verfälscht werden. Maßnahmen zur Berücksichtigung der Temperatur und der elektrischen Leitfähigkeit des Tonmaterials sind im DE-GM 91 06 191 offenbart. Darüberhinaus ist das Meßergebnis aber auch abhängig von der Dichte des Tonmaterials, von seiner Struktur (es enthält unterschiedliche Stückgrößen), von variablen Hohlräumen im Material und von ungleichmäßigen Querschnitten des Tonmaterials, während es die Beschickungsvorrichtung durchläuft. Die Dichte der Masse kann man ermitteln, indem man sie mit  $\gamma$ -Strahlen durchstrahlt und deren Schwächung bestimmt, durch die Struktur der Masse bedingte Fehler können jedoch dadurch nicht ausgeglichen werden.

Es ist auch bekannt, die Feuchte eines tonhaltigen Materials aus dem Reflexionsverhalten seiner Oberfläche zu bestimmen und es zu diesem Zweck mit Infrarotstrahlung oder Mikrowellenstrahlung zu bestrahlen. Auch diese Verfahren liefern jedoch keine hinreichend genauen Ergebnisse, weil das Tonmaterial, während es der Strangpresse zugeführt wird, keine gleichmäßige Oberfläche hat und die Feuchte an der Oberfläche keineswegs repräsentativ für die Feuchte im Innern sein muß.

Es ist auch bekannt, die Feuchte eines Tonmaterials, welches einer Strangpresse zugeführt wird, aus der Stromaufnahme einer Strangpresse zu ermitteln. Dem liegt die Überlegung zugrunde, daß die für das Strangpressen benötigte Kraft um so höher ist, je weniger Wasser das Tonmaterial enthält. Leider hängt die Stromaufnahme aber nicht allein von der Feuchte des Tonmaterials ab, sondern auch von seiner Zusammensetzung und Struktur, vom Druck in der Strangpresse, von der Temperatur und von der Geschwindigkeit des Strangs, so daß auch Druck, Temperatur und Geschwindigkeit des Strangs gemessen werden müssen. Man erhält auf diese Weise für jedes unterschiedliche Tonmaterial ein Kennlinienfeld, aus welchem man mühsam und

trotzdem nur relativ grob die Feuchte ermitteln kann, so daß das Arbeiten nach einer solchen Methode für eine rationelle, industrielle Fertigung mit hohen Qualitätsanforderungen nicht in Frage kommt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg zu finden, wie von einem tonhaltigen Material oder dergl. formbaren Massen für die Herstellung keramischer Erzeugnisse, mit welchen eine Strangpresse beschickt wird, die Feuchte fortlaufend genauer gemessen werden kann, wobei die dafür zu ergreifenden Maßnahmen in ihrem Aufwand vertretbar, ungefährlich und für den rauen Betrieb in der keramischen Industrie geeignet sein müssen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen und durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 6 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäß wird von der Masse, welche durch eine Beschickungsvorrichtung einer Maschine, insbesondere einer Strangpresse, zur Verarbeitung zugeführt wird, ein kleiner Teil laufend abgezweigt und durch Strangpressen verdichtet, dabei aber nicht entfeuchtet, und der auf diese Weise gebildete Strang wird dann zur Feuchtebestimmung durch ein Mikrowellenstrahlungsfeld geführt. Das hat den Vorteil, daß man für die Feuchtemessung einen Strang von gleichbleibendem Querschnitt hat, in welchem die Masse durch den vorausgegangenen Preßvorgang in ihrer Struktur und Dichte gleichmäßig und nahezu frei von Hohlräumen vorliegt, so daß dadurch bedingte Schwankungen der Feuchtemessung praktisch nicht mehr verfälschen.

Mikrowellen eignen sich zur Feuchtemessung aus zwei Gründen. Zum einen hat Wasser eine hohe Dielektrizitätskonstante, die auch im Mikrowellenbereich die dielektrischen Eigenschaften einer feuchten Masse wesentlich beeinflusst. Außerdem treten, wenn eine feuchte Masse in ein Mikrowellenfeld gebracht wird, dielektrische Verluste auf, die durch Dipolrelaxationen verursacht werden. Es gibt deshalb im Mikrowellenbereich zwei voneinander unabhängige physikalische Größen, die Dielektrizitätskonstante und dielektrische Verluste, deren Messung zur Feuchtebestimmung herangezogen werden kann. Die Verfahren zur Messung der Dielektrizitätskonstanten und zur Messung der dielektrischen Verluste lassen sich in drei Gruppen einteilen, in Resonatorverfahren, in Reflexionsverfahren und in Transmissionsverfahren. Bei Resonatormessungen wird die durch die feuchte Masse bewirkte Verschiebung der Resonanzfrequenz eines Resonators bestimmt. Dieses Verfahren eignet sich in erster Linie für nicht zu dicke Proben. Bei Reflexionsmessungen wird der an der Oberfläche der feuchten Masse reflektierte Signalanteil bestimmt. Da bei diesem Verfahren die Meßsignale durch die Oberflächeneigenschaften bestimmt werden und die Feuchte der Oberflächenschicht nicht unbedingt repräsentativ für die Feuchte der Masse insgesamt ist, ist durch eine Reflexionsmessung eine genaue Feuchtebestimmung allerdings nur möglich, wenn aus den Umständen des konkreten Anwendungsfalls ersichtlich ist, daß die an der Oberfläche der Masse gemessene Feuchte repräsentativ ist für die Feuchte der Masse insgesamt.

Am günstigsten für die Zwecke der Erfindung ist eine Transmissionsmessung, bei welcher die gesamte im Strahlungsfeld befindliche Masse mit dem Mikrowellenstrahlungsfeld in Wechselwirkung tritt. Dabei wird die bei der Durchstrahlung der Masse auftretende, maßgeblich durch den Feuchtegehalt bewirkte Dämpfung und/

oder die Phasenverschiebung der Mikrowellen bestimmt.

Die Menge der Masse, welche abgezweigt wird, soll nur klein sein, um den apparativen Aufwand und den Energiebedarf für die benötigte kleine Strangpresse klein zu halten. Andererseits soll der Strang, der durch die kleine Strangpresse erzeugt wird, aber auch hinreichend dick sein, um eine nennenswerte Schwächung und/oder Phasenverschiebung der Mikrowellen zu erreichen. Man bemißt den Preßkopf der kleinen Strangpresse zweckmäßigerweise so, daß man einen zylindrischen Strang mit einem Durchmesser von ungefähr 5 cm erhält. Die aus der kleinen Strangpresse kommende Masse wird, nachdem sie die Meßstation durchlaufen hat, vorzugsweise in den Verarbeitungsprozeß zurückgeführt. Es ist deshalb von Vorteil, die kleine Strangpresse an der Übergabestelle zwischen zwei Förderbändern anzuordnen, auf welchen die Masse der Verarbeitung zugeführt wird. Am besten ordnet man zwischen den beiden Förderbändern einen Fallschacht an, durch den hindurch das obere, hintere Förderband die Masse auf das vordere, untere Förderband aufgibt, und in diesen Fallschacht läßt man die kleine Strangpresse mit einem nach oben offenen Abschnitt hineinragen, so daß die durch den Fallschacht hindurchfallende Masse zu einem kleineren Teil von dem offenen Abschnitt der kleinen Strangpresse aufgefangen, durch eine Schnecke in einen davorliegenden zylindrischen Abschnitt gefördert, darin verdichtet und durch den Preßkopf (Matrizen als gleichmäßiger Strang ausgepreßt wird. Das eigentliche Feuchtemeßgerät ist dann dem Preßkopf nachgeordnet, vorzugsweise unmittelbar am Preßkopf angebracht, so daß der Strang vom Preßkopf unmittelbar in das Feuchtemeßgerät eintritt, dieses durchläuft, dabei durchstrahlt wird und dann austritt. Liegt der Austritt über dem unteren Förderband, kann man die austretende Masse einfach auf das untere Förderband fallen lassen und auf diese Weise in den Verarbeitungsprozeß zurückführen. Wird durch die Feuchtemessung festgestellt, daß die Feuchte unterhalb eines vorgegebenen Sollwertes liegt, dann kann das Feuchtedefizit durch Nachbefeuchten der Masse vor dem Eintreten in die Verarbeitungsmaschine (große Strangpresse) ausgeglichen werden. Erste Versuche haben gezeigt, daß der Wassergehalt eines Tonmaterials auf 0,3 Gew.-% genau gemessen und eingestellt werden kann, was ungefähr um einen Faktor 5 genauer ist als beim Stand der Technik, und eine weitere Verbesserung auf der Basis der Erfindung erscheint als möglich.

Dadurch, daß die Feuchtemessung an einem definierten Teilstrang mit gleichmäßiger relativer Dichte durchgeführt wird, spielen Änderungen der Schüttdichte der Masse auf einem Förderband für die Feuchtemessung keine Rolle mehr. Wenn jedoch Massen wegen unterschiedlicher Zusammensetzung, z. B. weil sie aus unterschiedlichen Lagerstätten stammen, unterschiedliche Dichten aufweisen, dann kann auch bei Anwendung der Erfindung das Messergebnis von der Dichte beeinflusst werden. Dem kann man dadurch begegnen, daß man mit der erfindungsgemäßen Feuchtemessung eine gesonderte Dichtemessung kombiniert, z. B. dadurch, daß man die Dichte der Masse stichprobenweise vorab bestimmt oder laufend bestimmt, z. B. indem man sie mit schwacher  $\gamma$ -Strahlung durchstrahlt und deren Schwächung mißt.

Die praktische Handhabung der Erfindung ist einfach. Die in der keramischen Industrie beschäftigten Fachleute sind gewohnt, mit Strangpressen umzugehen und

können diese auch ohne fremde Hilfe warten. Da für die Messung nur eine kleine Menge der zu verarbeitenden formbaren Masse verwendet wird, kann auch die dafür eingesetzte Strangpresse klein, unkompliziert und preiswert sein, so daß sie weder in der Herstellung noch im Betrieb zu teuer ist. Im Gegenteil: Durch den Gewinn an Qualität der hochgestellten keramischen Erzeugnisse amortisieren sich die Aufwendungen für den Einsatz der Erfindung sehr rasch.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den beigefügten Zeichnungen dargestellt.

Fig. 1 zeigt in einer Seitenansicht eine Beschickungsvorrichtung mit zwei Förderbändern und mit einem Fallschacht dazwischen, im Vertikalschnitt dargestellt, in welchen eine kleine Strangpresse eingebaut ist, und

Fig. 2 zeigt den Fallschacht mit der kleinen Strangpresse in der Draufsicht.

Fig. 1 zeigt eine Beschickungsvorrichtung aus einem oberen endlosen Förderband 1 und einem dazu parallelen unteren endlosen Förderband 2, welches flankiert ist von zwei längs verlaufenden Wänden 3, von denen nur eine dargestellt ist, und welche dafür sorgen, daß die zu fördernde feuchte Masse nicht zur Seite herabfällt; oberhalb der Wände 3 befindet sich im Übergabebereich zwischen den Förderbändern 1 und 2 ein Fallschacht 4, auf welchem ein Trichter 5 angeordnet ist, in welchen hinein das obere Förderband 1 die Masse fördert. Parallel zum unteren Förderband 2 verlaufend ist in den Fallschacht 4 eine kleine Strangpresse 6 eingebaut, welche im Innern des Fallschachtes 4 einen nach oben offenen Abschnitt 7 hat, in welchem eine Schnecke 8 frei zutage tritt, deren Welle durch einen außerhalb des Fallschachtes 4 angeordneten Elektromotor 9 angetrieben wird. Auf der dem Motor 9 abgewandten Seite des Fallschachtes 4 befindet sich ein geschlossener zylindrischer Abschnitt 10 der kleinen Strangpresse 6, welcher in einen Preßkopf 12 mündet, in welchem sich die Strangpreßmatrize 11 befindet. In dem geschlossenen Abschnitt 10 der Strangpresse befindet sich die Preß- und Verdichtungszone, welche durch eine verminderte Steigung der Schnecke gekennzeichnet ist. An der Vorderseite des Preßkopfes 12 ist ein mit einem Flansch 13 vorgesehene Feuchtemeßgerät 14 angeflanscht, durch welches ein Rohr 17 aus wasserfreiem, dielektrischem Werkstoff z. B. aus einer hochgesinterten Aluminiumoxidkeramik, hindurchführt. Das Rohr hat zylindrischen Querschnitt, ebenso wie die Strangpreßmatrize 11. Das Feuchtemeßgerät 14 enthält auf der einen Seite des Rohrs 17 einen Mikrowellensender, welcher über einen Anschlußstecker 15 versorgt wird, und auf der gegenüberliegenden Seite des Rohres einen Mikrowellenempfänger, der mit einem Anschlußstecker 16 verbunden ist. Aufbau und Arbeitsweise eines solchen mit Mikrowellen arbeitenden Feuchtemeßgerätes sind in der deutschen Patentanmeldung P 42 11 362.8 beschrieben.

Die auf dem Förderband 1 herangeförderte feuchte Masse fällt durch den Fallschacht 4 auf das untere Förderband 2. Ein kleiner Teil der Masse wird dabei vom offenen Abschnitt 7 der kleinen Strangpresse 6 aufgefangen, durch die Schnecke 8 in die geschlossene Preß- und Verdichtungszone gefördert, dort verdichtet und durch den Preßkopf 12 ausgepreßt. Der entstehende gleichförmige Strang durchläuft das Feuchtemeßgerät 14 und fällt beim Austritt aus dem Rohr 17 auf das Förderband 2. Auf dem Förderband 2, jedenfalls aber vor der ggfs. zur Verarbeitung der Masse vorgesehenen Strangpresse, kann die Masse dosiert nachbefeuchtet werden, wenn das Feuchtemeßgerät 14 ein Feuchtedefi-

zit gemessen hat. Zu diesem Zweck kann das Feuchtemeßgerät 14 ein Ventil in einer Wasserzugabereinrichtung steuern.

Die Befeuchtung kann natürlich auch vor der Feuchtemessung erfolgen, so daß von dem Feuchtemeßgerät die auf die Endfeuchte angefeuchtete Masse gemessen wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Feuchte von tonhaltigem Material und dergl. formbaren Massen für die Herstellung von keramischen Erzeugnissen, insbesondere von Ziegeleierzeugnissen, indem die Masse durch ein Mikrowellenstrahlungsfeld hindurchgeführt wird, während es einer Verarbeitung, insbesondere einer Strangpresse zugeführt wird, und eine durch Wechselwirkung mit der Masse hervorgerufene Änderung des Mikrowellenfeldes erfaßt und ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß laufend ein kleiner Teil der Masse abgezogen wird, durch Strangpressen verdichtet, aber nicht entfeuchtet, und dann zur Feuchtebestimmung durch das Mikrowellenstrahlungsfeld geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse mit Mikrowellen durchstrahlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die abgezogene Masse in den Verarbeitungsprozeß zurückgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse mit einem Feuchtedefizit zugeführt, das Defizit durch die Messung der Feuchte bestimmt und durch Nachbefeuchten ausgeglichen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Befeuchtung vor dem Feuchtemeßgerät durchgeführt wird und die zugeführte Wassermenge in Abhängigkeit von der Feuchteanzeige des Meßgerätes geregelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich des Einflusses von Dichteschwankungen aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung der Masse in Kombination mit der Feuchtemessung eine Dichtemessung durchgeführt wird, indem z. B. die Masse mit  $\gamma$ -Strahlen durchstrahlt und deren Schwächung bestimmt wird, und daß an dem aus der Mikrowellenmessung bestimmten Meßwert eine Dichtekorrektur zur Verbesserung der Feuchtemessung vorgenommen wird.
7. Vorrichtung zum Beschicken einer Maschine, insbesondere einer Strangpresse, mit einem feuchten tonhaltigen Material oder dergl. formbaren Massen für die Herstellung von keramischen Erzeugnissen, insbesondere von Ziegeleierzeugnissen, mit einem Förderweg, auf welchem die Masse die Vorrichtung durchläuft, und mit einem am Förderweg angeordneten Feuchtemeßgerät (14), welches ein Mikrowellenstrahlungsfeld erzeugt, welches mit der Masse auf dem Förderweg in Wechselwirkung tritt, dadurch gekennzeichnet, daß eine gesonderte Strangpresse (6) vorgesehen ist, deren Durchsatz bauartbedingt klein ist gegen den Durchsatz der Beschickungsvorrichtung (1, 2), daß ein Zweig des Förderwegs durch diese kleine Strangpresse (6) hindurchgeführt, und daß das

Feuchtemeßgerät (14) der kleinen Strangpresse (6) nachgeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Feuchtemeßgerät (14) unmittelbar vor dem Preßkopf (12) der kleinen Strangpresse (6) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Feuchtemeßgerät (14) den aus der kleinen Strangpresse (6) austretenden Strang umgibt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Förderweg durch einen Fallschacht (4) hindurchführt, in welchen die kleine Strangpresse (6), mit einem nach oben offenen Speiseabschnitt (7) hineinragt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Fallschacht (4) an der Übergabestelle zwischen zwei Förderbändern (1, 2) liegt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßkopf (12) der kleinen Strangpresse (6) einen lichten Durchmesser von ca. 5 cm hat.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12 in Verbindung mit Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nachbarschaft des Feuchtemeßgeräts (14) oder in dieses integriert ein Dichtemeßgerät vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

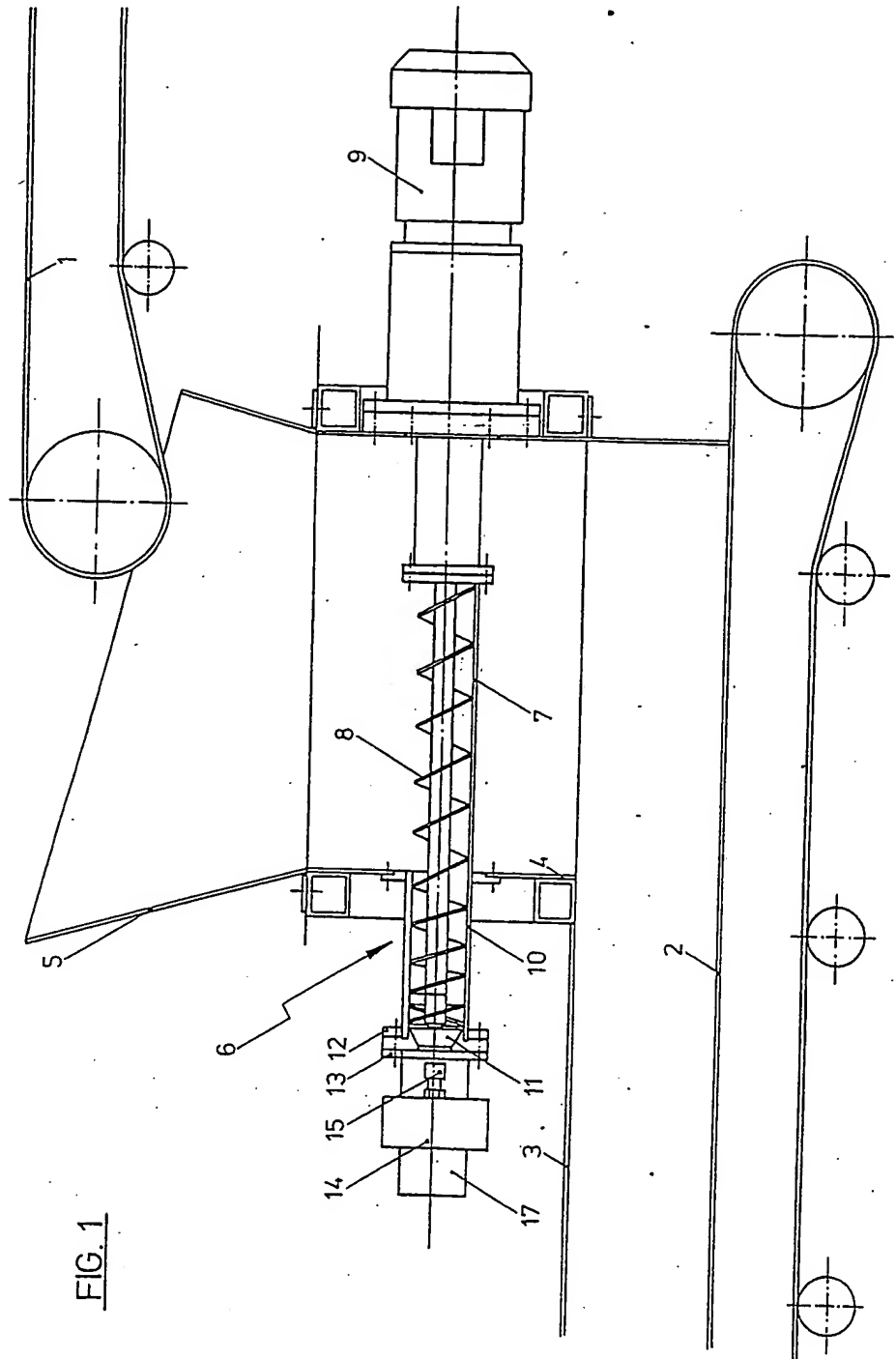


FIG. 1

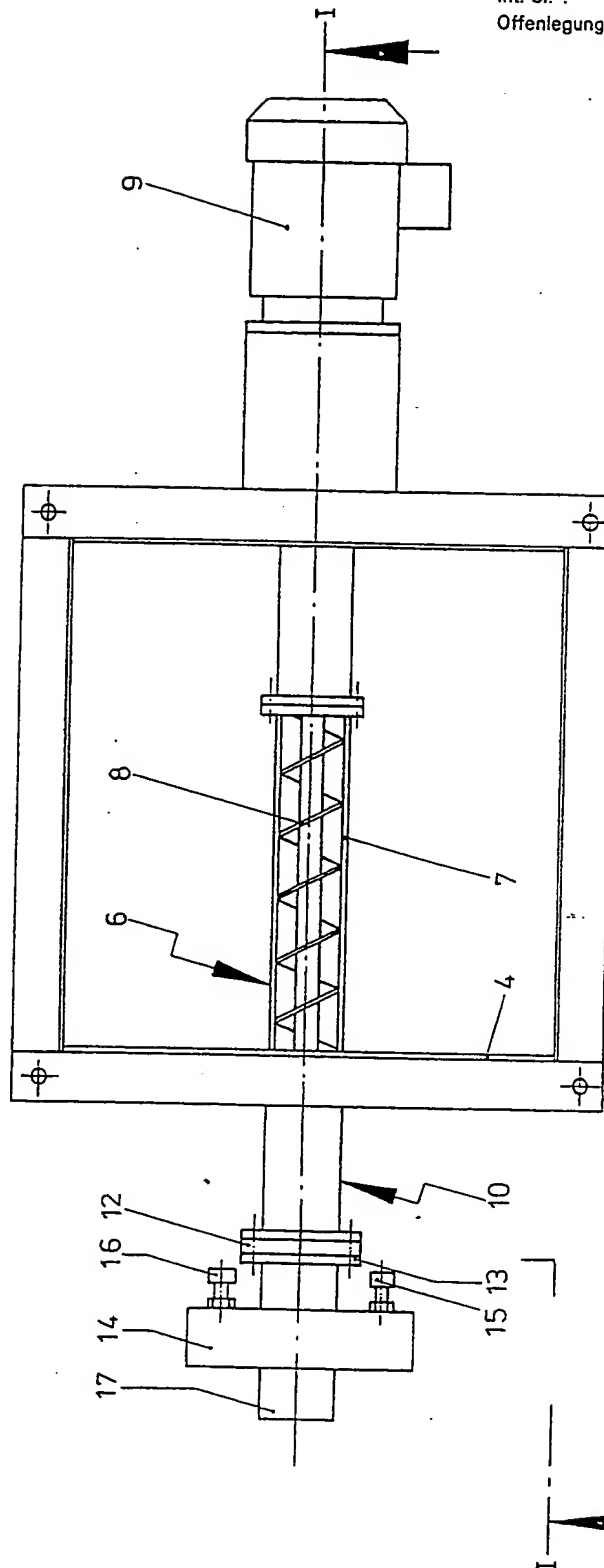


FIG. 2